

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 38 640.4

Anmeldetag: 19. August 2002

Anmelder/Inhaber: Stegmann GmbH & Co KG,
Donaueschingen/DE

Erstanmelder: Max Stegmann GmbH
Antriebstechnik-Elektronik, Donaueschingen/DE

Bezeichnung: Multiturn-Winkelmessgerät

IPC: G 01 B, G 01 P, G 01 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Stech

Patentanmeldung

Multiturn-Winkelmessgerät

Multiturn-Winkelmessgeräte sind elektromechanische Sensoren, welche mehrere Umdrehungen absolut detektieren, d.h. bereits nach dem Einschalten des Gerätes steht innerhalb der Auflösung über mehrere Umdrehungen stets eine eindeutige Winkelposition zur Verfügung. Winkelmessgeräte werden zur Messung von Wellen und Achsen, zur Positionierung und zur Regelung von Elektromotoren in der Industrie insbesondere in Fertigungs- und Handhabungsmaschinen eingesetzt.

Vorzugsweise sind derartige Multiturn-Drehgeber kompakt aufgebaut und weisen eine hohe Anzahl an eindeutig detektierbaren Umdrehungen auf. In der DE 28 17 172 C2 etwa wird ein Drehgeber beschrieben, der einen kompakten Bauraum dadurch realisiert, dass die mittels eines Stirnrad-Untersetzungsgetriebes angetriebenen Multiturn-Maßverkörperungen innerhalb des Umfangsbereiches der Single-Codescheibe liegen. Die Sensoren zur Detektion der Multiturn- und der Singleturn-Maßstäbe sind dabei auf unterschiedlichen Leiterplatten angeordnet.

In der DE 34 29 648 C2 ist ein Multiturn-Drehgeber beschrieben, welcher zur Abtastung einer optischen Single-Codescheibe und einer weiteren im Umfangsbereich der Single-Codescheibe liegenden weiteren optischen Multiturn-Codescheibe Detektoren verwendet, welche auf einer Leiterplatte angeordnet sind. Auch hier werden zur Untersetzung Stirnradgetriebe mit zur Eingangswelle parallelen Drehachsen verwendet.

Auch in der DE 100 60 574 A1 wird ein Multiturn-Drehgeber vorgestellt, welcher auf einer Leiterplatte angeordnete Detektoren für die Detektion der Single- und der Multiturn-Code-träger verwendet.

Bei dem in der DE 100 01 676 C1 beschriebenen Umdrehungszähler werden entlang des Umfangsbereiches einer Eingangswelle angeordnete Reed-Kontakte mittels eines mit der Eingangswelle umlaufenden Magneten betätigt und erzeugen somit Zählimpulse. Derartige sogenannte zählende Multiturn-Drehgeber benötigen jedoch für die Zählung im stromlosen Zustand eine Batteriepufferung. Darüber hinaus unterliegen die Reed-Kontakte einem mechanischem Verschleiß und haben daher nur eine beschränkte Lebensdauer. Außerdem nimmt die Batterie Bauraum in Anspruch und kann daher bei Multiturn-Drehgebern kleiner Bauart lediglich außerhalb des Sensor-Gehäuses platziert werden.

Die Untersetzungsgetriebe bisheriger mechanischer Multiturn-Drehgeber sind als Stirnradgetriebe mit zur Eingangswelle parallelen Zahnrad-Drehachsen ausgestaltet. Gerade bei einer Eingangswelle mit einem großen Durchmesser muss daher das abgreifende Zahnrad der ersten Multiturn-Stufe entweder einen noch größeren Durchmesser aufweisen, als das auf der Eingangswelle befestigte, um eine Untersetzung zu erwirken. Hierfür wird jedoch ein deutlich größerer Bauraum benötigt. Findet andernfalls eine Übersetzung statt, so hat dies jedoch noch höhere Drehzahlen der ersten Zahnrad-Stufe als der Eingangswelle zur Folge. Gerade hohe Drehzahlen der Eingangswelle führen somit zu einem erhöhten Zahnrad-Verschleiß und somit zu einer verminderten Lebensdauer des Multiturn-Winkelmessgerätes.

Der angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Multiturn-Drehgeber zu entwickeln, der bei kompaktem Aufbau und mit vergleichsweise wenigen Multiturn-Stufen

eine hohe Anzahl von Umdrehungen auch bei hohen Drehzahlen der Eingangswelle zu messen imstande ist.

Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Patentansprüchen aufgeführten Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile liegen insbesondere darin, dass bei sehr kompaktem Aufbau des Multiturn-Drehgebers aufgrund der starken Getriebeuntersetzung der ersten Getriebestufe auch hohe Drehzahlen insbesondere von Eingangswellen mit großem Durchmesser gemessen werden können. Bei dieser Anordnung können insbesondere die Abtasteinheiten zur Detektion der Maßverkörperungen der Single- sowie der Multiturn-Stufen auf einer einzigen Leiterplatte angeordnet werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den nachfolgend erläuterten Zeichnungen dargestellt:

Es zeigen die

Figur 1 den schematischen Aufbau eines Multiturn-Drehgebers im Schnitt, die

Figur 2 stellt die Multiturn Getriebeeinheit aus verschiedenen Perspektiven dar, die

Figur 3 zeigt schematisch die Gestaltung eines Zahnrades und die

Figur 4 eine perspektivische Ansicht des Multiturn-Drehgebers in Explosionsdarstellung.

Das Multiturn-Winkelmessgerät (1) besteht aus wenigen modular aufgebauten Bestandteilen. Es besteht aus einem Gehäuse (3), einer Eingangswelle (2), einer mit dieser verbundenen Codescheibe (9), einem Multiturn-Getriebeeinheit (5) und einer Leiterplatte (6), auf welcher die Abtasteinheiten zur Detektion der Codescheibe (9) sowie der Multiturn-Maßverkörperungen (11, 12, 13) angeordnet sind.

Zur Messung der Absolutposition der Eingangswelle (2) innerhalb einer Umdrehung wird die Codescheibe (9) mittels eines Lichtsenders (7) beleuchtet und von einer Abtasteinheit (10) detektiert. Der Lichtsender besteht vorzugsweise aus einer Leuchtdiode (LED).

Die optische Codescheibe (9) trägt dabei einen absoluten binären Code, vorzugsweise etwa einen Graycode oder einen sequentiellen Code, der etwa durch Hell-/ Dunkelfenster realisiert ist. Die Codierung ist im Falle einer transmissiven Abtastung etwa durch eine dünne photolithographisch strukturierte Chromschicht auf einem Glasträger ausgestaltet. Zusätzlich kann eine inkrementale Codespur auf der Codescheibe (9) vorgesehen werden, die nach Möglichkeit aus einer hohen Anzahl an Teilungsperioden besteht, was eine hohe Winkelauflösung des Multiturn-Winkelmessgerätes (1) zur Folge hat.

Die Eingangswelle (2) ist gegenüber dem Drehgeber-Gehäuse (3) vorzugsweise mittels Kugellager (4) drehbar gelagert und weist ein Eingangszahnrad (40) zum untersetzten Antrieb des ersten Zahnrades (41) der Multiturn-Getriebeeinheit (5) auf. Das Eingangszahnrad (40) hat notwendigerweise eine zur Eingangswelle (2) parallele Drehachse. Das erste Zahnrad (41) der Multiturn-Stufe (5) hat jedoch eine Drehachse, die nicht zur Drehachse des Eingangszahn-

rades (40) parallel verläuft. Vorzugsweise ist die erste Getriebestufe, bestehend aus dem mit der Eingangswelle (2) verbundenen Eingangszahnrad (40) und dem ersten Zahnrad der Multiturn-Stufe (5) ein Schraubradgetriebe mit um 90 Grad kreuzenden Drehachsen. Alternativ kann ein Schneckengetriebe verwendet werden.

Ist die Anzahl der Zähne des Eingangszahnrades (40) größer als die Anzahl der Zähne des ersten Getriebezahnrades (41), so kommt es beim Antrieb des Eingangszahnrades (40) zu einer Untersetzung ins Langsame.

Die Multiturn-Getriebeeinheit ist in der **Figur 2** aus zwei unterschiedlichen Ansichten dargestellt. Das erste Zahnrad (41) der Getriebeeinheit (5) treibt weitere untersetzte Zahnräder (31, 34, 32, 35, 33) an. Die Zahnräder (31, 32, 33) tragen die Positionscodierungen (11, 12, 13) zur Messung der Anzahl der Umdrehungen der Eingangswelle (2). Dabei ist jedes Codezahnrad (31, 32, 33) über ein Zwischenzahnrad (34, 35) zum jeweils vorangehenden Codezahnrad (31, 32, 33) untersetzt angetrieben. Abgesehen vom Eingangszahnrad (40) und vom letzten Zahnrad (33) der Getriebeeinheit (5) weist jedes Zahnrad in Richtung der Drehachse nebeneinanderliegend einen als Rad und einen als Trieb bezeichneten Teil auf. Beide Teile der Zahnräder weisen jeweils eine unterschiedliche Verzahnung auf. Dabei dient der als Rad bezeichnete Teil eines Zahnrades jeweils der Aufnahme der Drehbewegung vom Trieb des vorangehenden Zahnrades.

Zur Detektion der Positionscodierungen (11, 12, 13) sind Abtasteinheiten (21, 22, 23) vorgesehen, von denen die Abtasteinheiten (21, 22) in der Ansicht nicht dargestellt sind. Vorzugsweise sind die Zahnräder (31, 32, 33), welche die Codemagnete (11, 12, 13) tragen, Stirnradgetriebe mit zueinander parallelen Drehachsen, die vorzugsweise parallel zur Drehachse der Eingangswelle (2) verlaufen. Die Maßverkörperungen (11, 12, 13) sind sektorenförmig entlang ihres Umfanges abwechselnd magnetisierte, vorzugsweise diametral magnetisierte Permanentmagnete. Vorzugsweise sind die Magnete (11, 12, 13) von gleicher zylindrischer Geometrie und gleicher Magnetfeldstärke und liegen in einer gemeinsamen Ebene. Die Abtasteinheiten (21, 22, 23) liegen vorzugsweise gleichfalls in einer gemeinsamen Ebene und liegen jeweils den zu detektierenden magnetischen Maßverkörperungen (11, 12, 13) gegenüber.

Die Abtasteinheiten (10) zur Detektion der mit der Eingangswelle (2) verbundenen Codescheibe (9) und die Abtaster (21, 22, 23) zur Detektion der magnetischen Maßverkörperungen (11, 12, 13) sind Halbleiter-Bauelemente und auf der der Codescheibe (9) zugewandten Seite der Leiterplatte (6) angeordnet.

Bei der in der **Figur 2** dargestellten Multiturn-Getriebeeinheit (5) liegt die Drehachse des ersten Zahnrades (41) senkrecht zur Drehachse der mit der Eingangswelle (2) verbundenen Eingangszahnades (40). Damit die Zahnräder (31, 32, 33), welche die Positionsmagnete (11, 12, 13) tragen, parallel zur Eingangswelle (2) verlaufende Drehachsen aufweisen, wird mittels eines weiteren Schraubradgetriebes, bestehend aus dem Trieb des Zahnades (41) und dem Rad des Zahnades (31) die Drehachse der Zahnräder (41, 31) nochmals um 90 Grad gedreht. Alle weiteren Zahnräder (34, 32, 35, 33) sind Stirnräder mit zur Drehachse der Eingangswelle (2) parallelen Drehachsen.

Bei dem in den **Figuren 1 und 4** dargestellten Multiturn-Drehgeber sind sämtliche Multiturn-Getriebe (31, 32, 33, 34, 35, 40, 41) inklusive der Maßverkörperungen (11, 12, 13) der Multiturn-Einheit (5) vollständig außerhalb des Umfangsbereiches der Maßverkörperung (9) für die Single-Stufe angeordnet.

Ferner liegen die Maßverkörperungen (9, 11, 12, 13) für die Single- und die Multiturn-Stufen auf derselben Seite der Leiterplatte (6). Somit können die Abtasteinheiten (10, 21, 22, 23) zur Detektion dieser Maßverkörperungen (9, 11, 12, 13) allesamt auf der den Maßverkörperungen zugewandten Seite der Leiterplatte (6) angeordnet sein. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Abtasteinheiten in ein- und demselben Verfahren etwa als Chip-on-Board (CoB) mit der Leiterplatte (6) mittels Drahtbonden kontaktiert werden. Weitere elektronische Bauteile sind etwa als SMD-Bauteile (SMD: *small mounted device*) auf der Leiterplatte (6) angeordnet.

Darüber hinaus sind weitere kompakte Bauformen möglich, wobei die Getriebestufen für die Multiturn-Einheit teilweise oder vollständig im Umfangsbereich der Codescheibe (9) der Single-Stufe liegen. Die Abtasteinheiten (10, 21, 22, 23) zur Detektion der Maßverkörperung (9) der Single-Stufe und der Maßverkörperungen (11, 12, 13) der Multiturn-Getriebestufen können dabei optional auf einer einzigen Leiterplatte (6) liegen.

In einer weiteren Bauform-Variante liegt die Leiterplatte (6) zwischen der ersten Maßverkörperung (9) zur Erfassung der Winkellage der Eingangswelle (2) und der Multiturn-Einheit (5). Auch in diesem Falle können die Abtast-Einheiten zur Detektion der Maßverkörperungen (9, 11, 12, 13) auf einer Leiterplatte (6) angeordnet sein.

Im in den **Figuren 1 und 4** dargestellten Ausführungsbeispiel ist die erste Maßverkörperung (9) durch eine transmissive Codescheibe realisiert. Es ist jedoch auch die erfindungsgemäße Verwendung einer reflektiven Codescheibe möglich. In diesem Fall ist der Lichtsender (7) auf derselben Seite wie die Abtasteinheit (10) positioniert. Vorzugsweise werden der Lichtsender (7) und die Abtasteinheit (10) auf einer gemeinsamen Leiterplatte (6) angeordnet.

Im Falle der Detektion einer optischen Codescheibe (9) besteht die Abtasteinheit (10) aus entsprechend der Codierung auf der Maßverkörperung (9) strukturierten photoempfindlichen halbleitenden Schichten, welche ein oder mehrere elektrische analoge oder digitale Positionssignale generieren.

Die Abtasteinheiten (21, 22, 23) zur Detektion der magnetischen Multiturn-Maßverkörperungen (11, 12, 13) bestehen vorzugsweise aus mehreren in einem Halbleitersubstrat integrierten Magnetsensoren, wie etwa Hall- oder magnetoresistiven (MR) Sensoren. Die Auflösung der Winkellage der als Maßverkörperungen dienenden Positionsmagnete (11, 12, 13), welche die den Abtasteinheiten (21, 22, 23) jeweils nachgeschalteten Auswerteschaltungen erzeugen, beträgt mindestens n Bit, wobei 2^n größer ist als der Untersetzungsfaktor zwischen je zwei die Positionsmagnete (11, 12, 13) tragenden Multiturn-Zahnradern (31, 32, 33).

Bezugszeichenliste

1	Drehgeber
2	Eingangswelle
3	Gehäuse
4	Lagerung
5	Multiturn-Getriebeeinheit
6	Leiterplatte
7	Sender
8	Kollimatorlinse
9	Codescheibe / Maßverkörperung
10, 21, 22, 23	Abtasteinheiten
11, 12, 13	Magnete / Maßverkörperungen
31, 32, 33	Codezahnräder
34, 35	Zwischenzahnräder
40	Eingangszahnrad
41	Eingangszahnrad der Multiturn-Einheit (5)
411	Rad des Zahnrades (41)
412	Trieb des Zahnrades (41)
D ₄₀ , D ₄₁	Drehachsen der Zahnräder (40, 41)
Z ₄₀ , Z ₄₁	Zähne des Zahnrades (40) und des Rades (411) des Zahnrades (41)

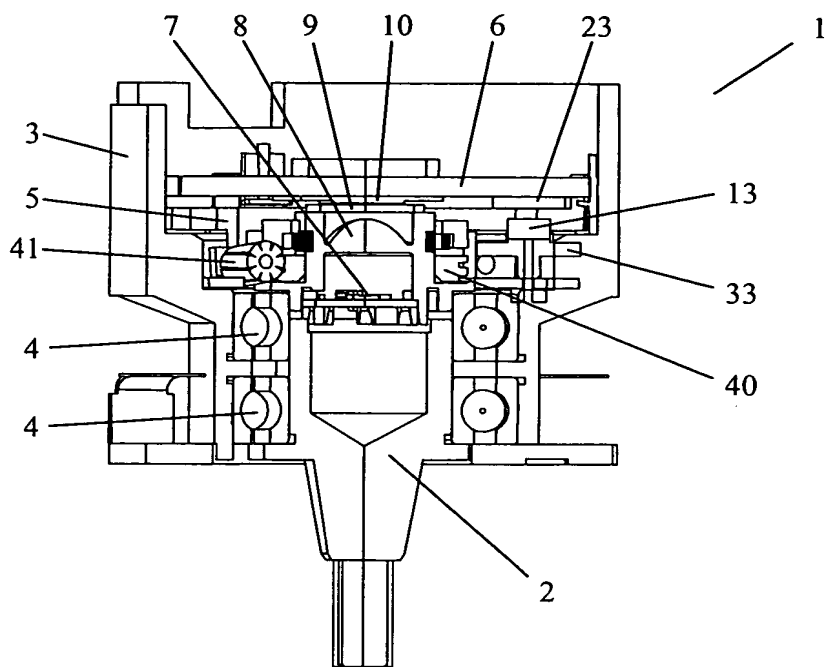
Patentansprüche

1. Multiturn-Winkelmessgerät (1) mit einer ersten Maßverkörperung (9), welche mit der Eingangswelle (2) verdrehfest verbunden ist und die mittels einer ersten Abtasteinheit (10) zur Bestimmung der Winkellage der Eingangswelle (2) abgetastet wird, und mit weiteren Maßverkörperungen (11, 12, 13) zur Messung der Anzahl der Umdrehungen der Eingangswelle (2), wobei jede Maßverkörperung (11, 12, 13) mittels eines Untersetzungsgetriebes zur jeweils vorgeschalteten Maßverkörperung (9, 11, 12) untersetzt wird und zur Abtastung jeder Maßverkörperung (11, 12, 13) jeweils eine Abtasteinrichtung (21, 22, 23) auf einer Leiterplatte (6) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das mit der Eingangswelle (2) verbundene Eingangszahnrad (40) sowie das erste Getriebezahnrad (41) nicht zueinander parallele Drehachsen (D_{40} , D_{41}) aufweisen und dass die Zahnflanken der Zähne (Z_{40} , Z_{41}) des Zahnrades (40) und des Rades (411) des Zahnrades (41) nicht parallel zur Drehachse (D_{40} , D_{41}) des jeweiligen Zahnrades (40, 41) verlaufen und dass die Anzahl der Zähne (Z_{40}) des Eingangszahnrades (40) kleiner ist als die Anzahl der Zähne (Z_{41}) des Rades (411) des ersten Getriebezahnrades (41).
2. Multiturn-Winkelmessgerät (1) gemäß Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit der Eingangswelle (2) verbundene Zahnrad (40) und das Rad (411) des ersten Getriebezahnrades (41) Schraubräder sind.
3. Multiturn-Winkelmessgerät (1) nach einem der vorangehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtasteinheit (10) der ersten Maßverkörperung (9) und die Abtasteinheiten (21, 22, 23) der weiteren Maßverkörperungen (11, 12, 13) auf einer einzigen Leiterplatte (6) angeordnet sind.
4. Multiturn-Winkelmessgerät (1) nach einem der vorangehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trieb (412) des ersten Getrieberades (41) sowie das Rad des Zahnrades (31) Schraubräder sind.
5. Multiturn-Winkelmessgerät (1) nach einem der vorangehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weiteren Maßverkörperungen (11, 12, 13) zentrisch getragen werden von Zahnrädern (31, 32, 33), die parallel zur Eingangswelle (2) verlaufende Drehachsen aufweisen und zwischen denen weitere Zwischenzahnräder (34, 35) angeordnet sind, und dass die Zahnräder (31, 32, 33, 34, 35, 41) auf einer einteiligen Multiturn-Einheit (5) angeordnet sind.

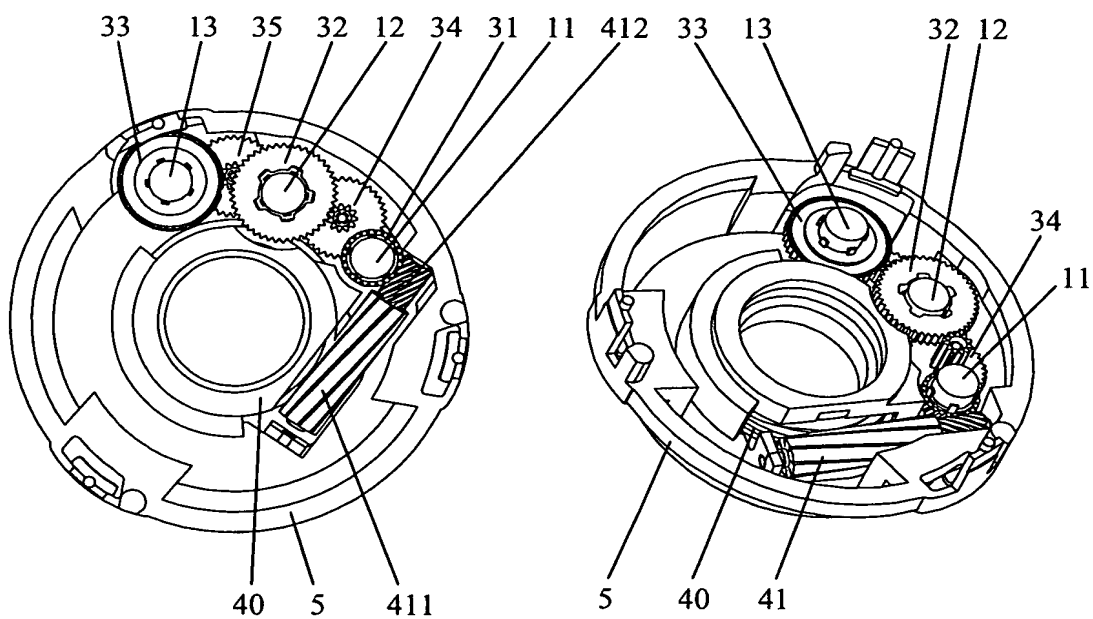
6. Multiturn-Winkelmessgerät (1) nach einem der vorangehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weiteren Maßverkörperungen (11, 12, 13) diametral magnetisierte Permanentmagnete sind.
7. Multiturn-Winkelmessgerät (1) nach einem der vorangehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Maßverkörperung (9) eine transmissive Moiré-Codescheibe ist, welche durch einen Sender (7) beleuchtet wird und welche detektiert wird mittels einer photoelektrischen Abtasteinheit (10).
8. Multiturn-Winkelmessgerät (1) nach einem der vorangehenden Patentansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Maßverkörperung (9) aus einem oder mehreren Magneten besteht, die sektoriell magnetisiert sind und von einem oder mehreren Magnetsensoren detektiert werden.

9. Zeichnungen (Blatt 1)

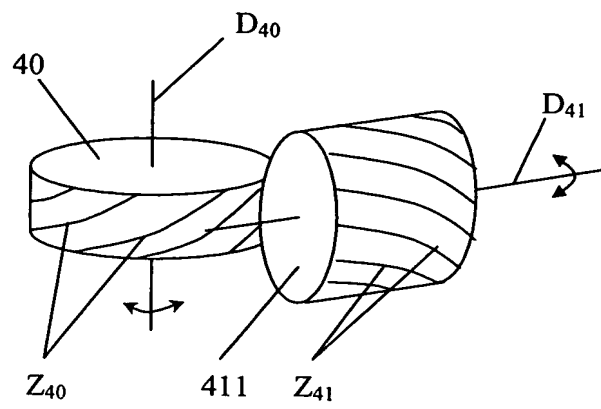
Figur 1



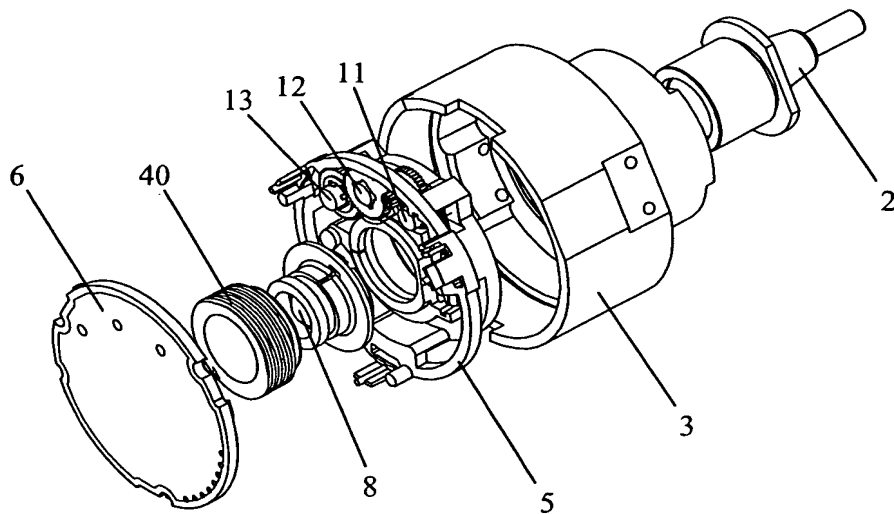
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Zusammenfassung

Bei dem Multiturn-Winkelmessgerät (1) ist zur Erfassung der Winkellage der Eingangswelle (2) innerhalb einer Umdrehung eine Codescheibe (9) mit der Welle (2) verbunden. Zur Messung der Anzahl der Umdrehungen der Eingangswelle (2) ist eine Multiturn-Getriebeeinheit mit jeweils zueinander untersetzt angetriebenen magnetischen Maßverkörperungen (11, 12, 13) vorgesehen, die jeweils von Stirnzahnradern getragen werden. Die Abtasteinheiten (10, 21, 22, 23) zur Detektion der Codescheibe (9) sowie der Multiturn-Maßverkörperungen (11, 12, 13) sind auf einer den Maßverkörperungen (9, 11, 12, 13) gegenüberliegenden Leiterplatte (6) angeordnet. Die ersten beiden Getriebestufen der Multiturn-Getriebeeinheit (5) bestehen jeweils aus Schraubrädern (40, 41, 31) (Figur 4).